

**ANALISIS RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN PADA
SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU
INDUK PALUR – MASARAN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Diajukan Oleh:

SHAHLAN HARIYADI

D400130023

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS RUGI – RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN PADA
SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU
INDUK PALUR – MASARAN**

PUBLIKASI ILMIAH

OLEH:

SHAHLAN HARIYADI
D 400 130 023

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname, likely belonging to Umar, S.T. M.T.

Umar, S.T. M.T.
NIK. 731

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN PADA
SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU
INDUK PALUR – MASARAN**

OLEH
SHAHLAN HARIYADI
D 400 130 023

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Rabu, 26 Juli 2017

dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Dewan Penguji:

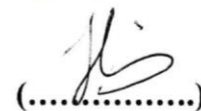
- 1. Umar, S.T, M.T**
(Ketua Dewan Penguji)
- 2. Ir. Jatmiko, M.T**
(Anggota I Dewan Penguji)
- 3. Hasyim Asy'ari, S.T, M.T**
(Anggota II Dewan Penguji)



(.....)




(.....)



(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Juli 2017

Penulis



SHAHLAN HARIYADI

D 400 130 023

**ANALISIS RUGI – RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN PADA
SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150KV GARDU INDUK
PALUR – MASARAN**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Abstrak

Kebutuhan energi listrik bukan lagi menjadi monopoli masyarakat di perkotaan, tetapi sudah menjadi kebutuhan sehari – hari seluruh masyarakat termasuk di pedesaan. Karena itu pemerintah harus mampu memberikan pelayanan kepada konsumen dengan kualitas yang baik. Sistem kelistrikan antar pusat pembangkit dan pusat beban terpisah dalam jarak ratusan atau ribuan kilometer, jarak yang sangat jauh ini yang dapat mengakibatkan terjadinya rugi – rugi energi, ada beberapa faktor juga yang mempengaruhi terjadinya rugi – rugi energiseperti ketidakseimbangan beban, *voltage drop*, umur peralatan, kebocoran isolator dan diameter penghantar. Tujuan dari penelitian untuk menghitung nilai rugi – rugi daya dan jatuh tegangan. Perhitungan dilakukan dengan mengumpulkan data pada bulan Maret 2017 di Gardu Induk 150 kV Palur dan Gardu Induk 150 kV Masaran. Peneliti melakukan perhitungan pada saat beban puncak, pada pukul 10.00 dan 19.00. Jarak saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur – GI Masaran 15 Km, Resistansi jenis penghantarnya menggunakan kawat jenis penghantar ACSR 240/40 dengan nilai resistansi 0,119 Ω /Km. Sebagai hasil perhitungan pada bulan Maret 2017 persentase jatuh tegangan masih dalam lingkup toleransi sesuai standar PLN (SPLN) yakni kurang dari 10%. Untuk rugi – rugi dayatertinggi terjadi pada tanggal 18 mencapai 15.958 kW, sedangkan terendah terjadi pada tanggal 25 hanya mencapai 7.462 kW. Total rugi – rugi daya dalam bulan Maret 2017 mencapai 384.025 kW. Akibat daya yang hilang pihak penyedia listrik PT. PLN (Persero) mengalami kerugian mencapai Rp.434.716.300.

Kata kunci: Transmisi tenaga listrik, Jatuh Tegangan, Rugi – rugi daya.

Abstract

The need for electrical energy is no longer a public monopoly in urban areas, but it has become a daily necessity of all communities, including in rural areas. Therefore, the government should be able to provide services to consumers with good quality. Electrical systems between power plants and separate load centers within hundreds or thousands of kilometers, this great distances that can lead to energy losses, there are also factors that affect the occurrence of energy losses such as load imbalance, voltage drop, equipment life, Leakage of isolator and conductor diameter. The purpose of the research is to calculate the loss value - power loss and voltage drop. The calculations were performed by collecting data in March 2017 at the 150 kV Palur Substation and 150 kV Masaran. The researchers calculated during peak loads, at 10:00 and 19:00. Distance of 150 kV high-voltage transmission Palur Substation– Masaran Substation parentage 15 km, Resistance type using ACSR 240/40 conducting wire type with resistance value 0.119 Ω / Km. As a result of the calculation in March 2017 the percentage of voltage drop is still within the scope

of tolerance as per PLN standard (SPLN) ie less than 10%. For the highest power losses occurred on the 18th reached 15,958 kW, while the lowest occurred on the 25th only reached 7,462 kW. Total power losses in March 2017 reached 384,025 kW. The effect of power lost by PT electricity provider. PLN (Persero) suffered cost loss reached Rp.434.716.300.

Keywords: Power transmission, Voltage drop, power losses.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan Energi listrik saat ini bukan lagi menjadi monopoli masyarakat perkotaan, tetapi termasuk masyarakat yang tinggal di daerah terpencil. Secara umum sistem tenaga listrik terdiri dari empat komponen utama, yaitu pembangkit, transmisi, distribusi dan beban. Selanjutnya proses pengiriman daya listrik dilakukan secara bertahap dimulai dari sistem pembangkitan kemudian disalurkan ke jaringan transmisi, dan disalurkan ke beban – beban menggunakan saluran distribusi. Kebutuhan energi listrik bagi masyarakat terus meningkat seiring dengan meningkatnya gaya hidup dan peralatan yang dipakai. Kondisi ini mensyaratkan ketersediaan energi listrik yang efisien dan berkualitas. Efisien dalam pengertian energi yang diproduksi dapat digunakan secara maksimal oleh pelanggan atau tidak mengalami kehilangan energi pada jaringan maupun peralatan listrik seperti trafo. Kehilangan energi perlu diprediksi dan diantisipasi agar terjadi dalam batas normal dan wajar. Berkualitas berarti pengaturan energi listrik sesuai dengan peralatan yang digunakan (patras, 2015).

Sistem kelistrikan antar pusat pembangkit dan pusat beban pada umumnya terpisah dalam jarak ratusan bahkan ribuan kilometer, jarak yang sangat jauh ini akan menyebabkan jatuh tegangan (*drop voltage*). Sehingga untuk mencegah kerugian daya yang diakibatkan jaringan transmisi yang sangat jauh, maka dibutuhkan tegangan dari pembangkit listrik yang sangat tinggi, agar kerugian tegangan tersebut dapat diatasi. Ada beberapa faktor juga yang dapat menyebabkan rugi – rugi tegangan dan jatuh tegangan diantaranya faktor korona dan faktor kebocoran isolator yang dikarenakan tegangan pada pangkal

pengiriman dengan tegangan pada ujung penerimaan ada perbedaan (sujatmiko,2009).

Berdasarkan hal tersebut maka penulis melakukan penelitian tentang rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang terjadi pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV Palur – Masaran, sehingga nantinya dapat memberikan suatu gambaran tentang rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang terjadi pada saluran transmisi dengan cara menghitung berapa besar rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang terjadi pada saluran tersebut, Sehingga hasilnya dapat bermanfaat dalam kaitannya dengan sistem transmisi tenaga listrik terutama pada saluran sistem tegangan tinggi.

2. METODE

Penulis melakukan penelitian dan pengambilan data pada GI Palur – GI Masaran dengan menggunakan metode pengumpulan data. Metode pengumpulan data ini di peroleh melalui dua sumber data penelitian yaitu, sumber data primer dan sumber data sekunder. Data primer merupakan data yang dikumpulkan oleh peneliti yang diperoleh secara langsung dari sumber asli tanpa melalui media perantara, sedangkan data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui perantara, data sekunder di dapatkan melalui materi pembelajaran yang didapat dari berbagai sumber, buku, jurnal dan internet.

Saluran transmisi GI Palur – GI Masaran menggunakan jenis penghantar ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*) yaitu kawat penghantar aluminium berinti kawat baja, maka dari itu untuk menghitung resistansi total menggunakan persamaan(1).

$$\text{Resistansi Total} = \text{Resistansi Jenis Penghantar} \times \text{Jarak} \quad (1)$$

Besar arus pada tiap fasa pada jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kV gardu induk Palur – Masaran berbeda – beda dikarenakan pembagaian beban yang kuran seimbang. Maka dari itu untuk mencari rugi – rugi daya pada

jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kV gardu induk Palur – Masaran menggunakan persamaan (2) dan (3).

$$P_{\text{losses}} 1\phi = I^2 \cdot R \quad (2)$$

Dimana :

P_{losses} = rugi - rugi daya per fasa (watt).

I = Arus saluran per fasa(Ampere).

R = Resistansi total pada saluran (Ω).

$$P_{\text{losses}} 3\phi = P_{\text{losses}} R + P_{\text{losses}} S + P_{\text{losses}} T \quad (3)$$

Dimana :

$P_{\text{losses}} 3\phi$ = rugi - rugi daya 3 fasa (watt)

$P_{\text{losses}} R$ = rugi – rugi daya pada fasa R (watt)

$P_{\text{losses}} S$ = rugi – rugi daya pada fasa S (watt)

$P_{\text{losses}} T$ = rugi – rugi daya pada fasa T (watt)

Adanya daya listrik yang hilang pada saat proses pentransmisian mengakibatkan PLN mengalami kerugian biaya. Untuk menghitung kerugian biaya yang diakibatkan karena daya yang hilang, maka penulis menggunakan persamaan (4) dan (5).

$$E = P \times t \quad (4)$$

Dimana :

E = Energi listrik (watt jam)

P = Daya listrik (watt)

t = Lama pemakaian (jam)

$$\text{Biaya listrik} = E \times 1000 \times \text{HDTL} \quad (5)$$

Dimana :

E = Energi listrik (watt jam)

HDTL = Harga Dasar Tarif Listrik (Rp)

Jatuh tegangan ditimbulkan karena adanya resistansi pada penghantar, Besar arus pada tiap fasa pada jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kV gardu induk Palur – Masaran berbeda – beda, maka untuk menghitung besar jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kV gardu induk Palur – Masaran maka digunakan persamaan (6) dan (7).

$$\Delta V = V_s - V_r \quad (6)$$

Dimana :

ΔV = Jatuh Tegangan (Volt).

V_s = Tegangan kirim (Volt).

V_r = Tegangan terima (Volt).

Persentase (%) Jatuh tegangan :

$$\Delta V(\%) = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 \% \quad (7)$$

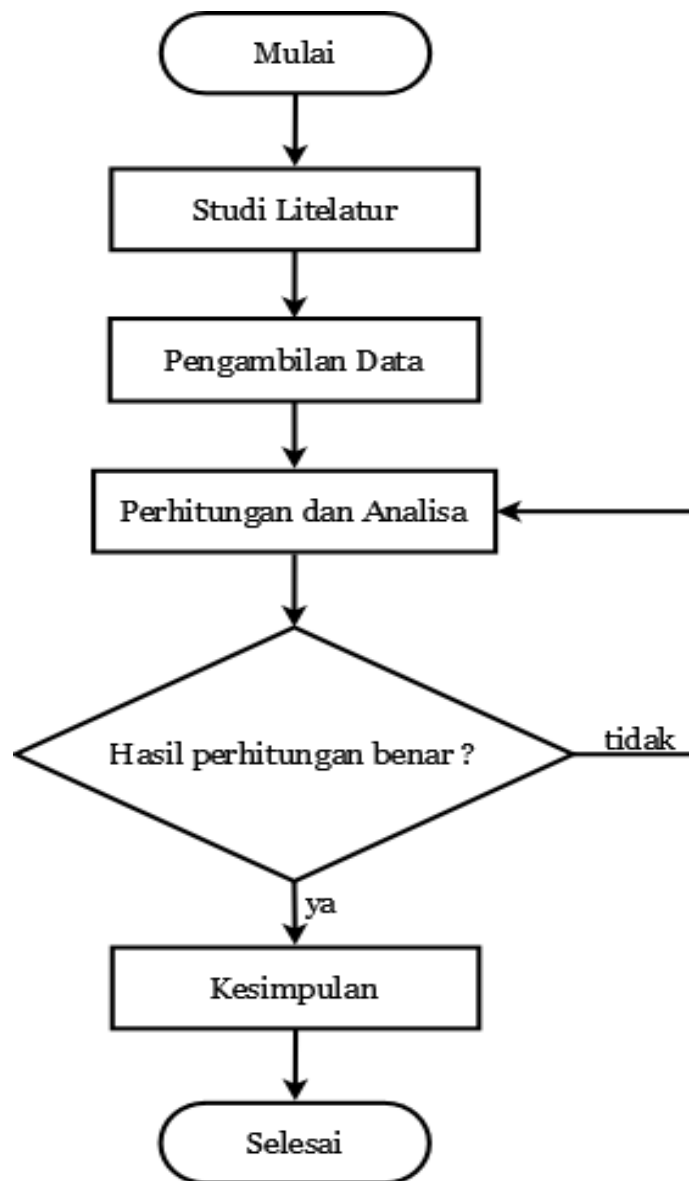
Dimana :

$\Delta V(\%)$ = Jatuh Tegangan dalam % (Volt).

V_s = Tegangan kirim (Volt).

V_r = Tegangan terima (Volt).

Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart penelitian

3. HASIL & PEMBAHASAN

Jarak saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur – GI Masaran 15 Km, Resistansi jenis penghantarnya menggunakan kawat jenis penghantar ACSR 240/40 dengan nilai resistansi 0,119 Ω /Km.

Tabel 1. Pemantauan beban GI Palur – GI Masaran pada bulan Maret 2017.

TANGGAL	PUKUL 10:00				PUKUL 19:00				RATA - RATA PERHARI (kWh)
	ϕ R (Watt)	ϕ S (Watt)	ϕ T (Watt)	3 ϕ (Watt)	ϕ R (Watt)	ϕ S (Watt)	ϕ T (Watt)	3 ϕ (Watt)	
1	103.674	107.145	107.145	317.964	131.092	134.092	132.061	397.245	8.581
2	90.366	90.366	91.171	271.903	141.950	146.006	143.971	431.927	8.446
3	105.402	108.021	108.021	321.444	139.944	146.006	142.959	428.909	9.004
4	105.402	99.417	108.021	312.840	142.959	144.987	150.118	438.064	9.011
5	103.674	113.354	111.562	328.590	130.126	132.061	129.164	391.351	8.639
6	121.596	127.251	126.299	375.146	121.596	129.164	123.467	374.227	8.992
7	94.426	99.417	97.739	291.582	127.251	133.034	129.164	389.449	8.172
8	105.402	108.021	126.299	339.722	135.974	138.946	136.961	411.881	9.019
9	109.785	111.354	112.457	333.596	144.987	152.196	150.118	447.301	9.371
10	108.021	111.562	111.562	331.145	152.196	154.280	161.723	468.199	9.592
11	111.562	113.354	112.457	337.373	154.288	164.962	162.799	482.049	9.833
12	113.354	120.666	126.299	360.319	218.662	223.689	218.662	661.013	12.256
13	180.506	182.784	186.227	549.517	240.420	249.679	243.047	733.146	15.392
14	174.875	177.117	178.243	530.235	236.505	245.689	241.732	723.926	15.050
15	189.703	193.210	195.566	578.479	240.420	248.345	244.366	733.131	15.739
16	182.784	183.298	187.832	553.914	247.015	257.754	211.230	715.999	15.239
17	196.749	199.127	200.322	596.198	248.345	259.112	211.230	718.687	15.779
18	182.784	185.076	187.382	555.242	259.112	257.754	257.754	774.620	15.958
19	177.117	173.759	171.538	522.414	231.236	235.208	236.505	702.949	14.704
20	171.538	173.759	177.117	522.414	245.689	251.016	251.016	747.721	15.242
21	160.650	164.962	162.799	488.411	213.693	222.427	210.003	646.123	13.614
22	110.672	110.672	113.354	334.698	216.171	223.689	214.930	654.790	11.874
23	182.874	185.076	183.928	551.878	235.208	236.505	232.623	704.336	15.074
24	115.161	117.897	116.070	349.128	223.689	231.336	219.914	674.939	12.289
25	110.672	113.354	116.070	340.096	91.979	99.417	90.366	281.762	7.462
26	180.506	182.874	186.227	549.607	203.925	212.102	203.925	619.952	14.035
27	208.781	218.662	218.662	646.105	231.697	224.955	217.415	674.067	15.842
28	174.875	174.875	177.117	526.867	230.052	239.111	233.913	703.076	14.759
29	186.827	116.070	189.703	492.600	239.111	248.345	241.732	729.188	14.661
30	180.506	183.928	183.928	548.362	230.052	231.336	231.336	692.724	14.893
31	194.386	199.127	197.937	591.450	228.773	239.111	232.623	700.507	15.503
TOTAL									384.025

Gambar 2. Tabel pemantauan beban GI Palur – GI Masaran pada bulan Maret 2017

3.1 Mencari resistansi total.

$$\begin{aligned}\text{Resistansi Total} &= \text{Resistansi Jenis Penghantar} \times \text{Jarak} \\ &= 15 \times 0,119 \\ &= 1,785 \, \Omega\end{aligned}$$

3.2 Perhitungan rugi – rugi daya tiap fasa pada saluran transmisi tegangan tinggi GI Palur – GI Masaran.

a) Bulan Maret 2017 pada beban puncak siang pukul 10.00.

Tanggal 1.	$P_{\text{losses}} \phi R$	$= 241^2 \times 1,785 = 103.674 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi S$	$= 245^2 \times 1,785 = 107.145 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi T$	$= 245^2 \times 1,785 = 107.145 \text{ W}$
Tanggal 2.	$P_{\text{losses}} \phi R$	$= 225^2 \times 1,785 = 90.366 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi S$	$= 225^2 \times 1,785 = 90.366 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi T$	$= 226^2 \times 1,785 = 91.171 \text{ W}$
Tanggal 3.	$P_{\text{losses}} \phi R$	$= 243^2 \times 1,785 = 105.402 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi S$	$= 246^2 \times 1,785 = 108.021 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi T$	$= 246^2 \times 1,785 = 108.021 \text{ W}$

b) Bulan Maret 2017 pada beban puncak malam pukul 19.00.

Tanggal 1.	$P_{\text{losses}} \phi R$	$= 271^2 \times 1,785 = 131.092 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi S$	$= 274^2 \times 1,785 = 134.011 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi T$	$= 272^2 \times 1,785 = 132.061 \text{ W}$
Tanggal 2.	$P_{\text{losses}} \phi R$	$= 282^2 \times 1,785 = 141.950 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi S$	$= 286^2 \times 1,785 = 146.006 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi T$	$= 284^2 \times 1,785 = 143.971 \text{ W}$
Tanggal 3.	$P_{\text{losses}} \phi R$	$= 280^2 \times 1,785 = 139.944 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi S$	$= 286^2 \times 1,785 = 146.006 \text{ W}$
	$P_{\text{losses}} \phi T$	$= 283^2 \times 1,785 = 142.959 \text{ W}$

3.3 Perhitungan rugi – rugi daya tiga fasa pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur – GI Masaran.

a) Bulan Maret 2017 pada beban puncak siang pukul 10.00.

$$\text{Tanggal 1. } P_{\text{losses } 3\phi} = 103.674 + 107.145 + 107.145 = 317.964 \text{ W}$$

$$\text{Tanggal 2. } P_{\text{losses } 3\phi} = 90.366 + 90.366 + 91.171 = 271.903 \text{ W}$$

$$\text{Tanggal 3. } P_{\text{losses } 3\phi} = 105.402 + 108.021 + 108.021 = 321.444 \text{ W}$$

b) Bulan Maret 2017 pada beban puncak malam pukul 19.00.

$$\text{Tanggal 1. } P_{\text{losses } 3\phi} = 131.092 + 134.011 + 132.061 = 397.164 \text{ W}$$

$$\text{Tanggal 2. } P_{\text{losses } 3\phi} = 141.950 + 146.006 + 143.971 = 431.927 \text{ W}$$

$$\text{Tanggal 3. } P_{\text{losses } 3\phi} = 139.944 + 146.006 + 142.959 = 428.909 \text{ W}$$

3.4 Perhitungan rata – rata rugi daya pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur GI Masaran Bulan Maret 2017.

$$\text{Tanggal 1. } P_{\text{losses rata – rata}} = \left(\frac{317.964 + 397.164}{2} \right) = 357.564 \text{ W}$$

$$\text{Tanggal 2. } P_{\text{losses rata – rata}} = \left(\frac{271.903 + 431.927}{2} \right) = 351.915 \text{ W}$$

$$\text{Tanggal 3. } P_{\text{losses rata – rata}} = \left(\frac{321.444 + 428.909}{2} \right) = 375.176 \text{ W}$$

3.5 Perhitungan rugi – rugi energipada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur GI Masaran Bulan Maret 2017.

$$\text{Tanggal 1. } E_{\text{losses}} = 357.564 \times 24 = 8.581.536 \text{ Wh} = 8.581 \text{ kWh}$$

$$\text{Tanggal 2. } E_{\text{losses}} = 351.915 \times 24 = 8.445.960 \text{ Wh} = 8.446 \text{ kWh}$$

$$\text{Tanggal 3. } E_{\text{losses}} = 375.176 \times 24 = 9.004.236 \text{ Wh} = 9.004 \text{ kWh}$$

Tabel 2. Hasil perhitungan rugi- rugi daya dan susut energi pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur – GI Masaran Bulan Maret 2017.

TANGGAL	PUKUL 10:00				PUKUL 19:00				RATA - RATA PERHARI (kWh)
	ϕ R (Watt)	ϕ S (Watt)	ϕ T (Watt)	3 ϕ (Watt)	ϕ R (Watt)	ϕ S (Watt)	ϕ T (Watt)	3 ϕ (Watt)	
1	103.674	107.145	107.145	317.964	131.092	134.092	132.061	397.245	8.581
2	90.366	90.366	91.171	271.903	141.950	146.006	143.971	431.927	8.446
3	105.402	108.021	108.021	321.444	139.944	146.006	142.959	428.909	9.004
4	105.402	99.417	108.021	312.840	142.959	144.987	150.118	438.064	9.011
5	103.674	113.354	111.562	328.590	130.126	132.061	129.164	391.351	8.639
6	121.596	127.251	126.299	375.146	121.596	129.164	123.467	374.227	8.992
7	94.426	99.417	97.739	291.582	127.251	133.034	129.164	389.449	8.172
8	105.402	108.021	126.299	339.722	135.974	138.946	136.961	411.881	9.019
9	109.785	111.354	112.457	333.596	144.987	152.196	150.118	447.301	9.371
10	108.021	111.562	111.562	331.145	152.196	154.280	161.723	468.199	9.592
11	111.562	113.354	112.457	337.373	154.288	164.962	162.799	482.049	9.833
12	113.354	120.666	126.299	360.319	218.662	223.689	218.662	661.013	12.256
13	180.506	182.784	186.227	549.517	240.420	249.679	243.047	733.146	15.392
14	174.875	177.117	178.243	530.235	236.505	245.689	241.732	723.926	15.050
15	189.703	193.210	195.566	578.479	240.420	248.345	244.366	733.131	15.739
16	182.784	183.298	187.832	553.914	247.015	257.754	211.230	715.999	15.239
17	196.749	199.127	200.322	596.198	248.345	259.112	211.230	718.687	15.779
18	182.784	185.076	187.382	555.242	259.112	257.754	257.754	774.620	15.958
19	177.117	173.759	171.538	522.414	231.236	235.208	236.505	702.949	14.704
20	171.538	173.759	177.117	522.414	245.689	251.016	251.016	747.721	15.242
21	160.650	164.962	162.799	488.411	213.693	222.427	210.003	646.123	13.614
22	110.672	110.672	113.354	334.698	216.171	223.689	214.930	654.790	11.874
23	182.874	185.076	183.928	551.878	235.208	236.505	232.623	704.336	15.074
24	115.161	117.897	116.070	349.128	223.689	231.336	219.914	674.939	12.289
25	110.672	113.354	116.070	340.096	91.979	99.417	90.366	281.762	7.462
26	180.506	182.874	186.227	549.607	203.925	212.102	203.925	619.952	14.035
27	208.781	218.662	218.662	646.105	231.697	224.955	217.415	674.067	15.842
28	174.875	174.875	177.117	526.867	230.052	239.111	233.913	703.076	14.759
29	186.827	116.070	189.703	492.600	239.111	248.345	241.732	729.188	14.661
30	180.506	183.928	183.928	548.362	230.052	231.336	231.336	692.724	14.893
31	194.386	199.127	197.937	591.450	228.773	239.111	232.623	700.507	15.503
TOTAL									384.025

Gambar 3. Hasil perhitungan rugi – rugi daya dan susut energi pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur – GI Masaran Bulan Maret 2017.

Tabel 2. memperlihatkan hasil perhitungan rugi – rugi daya bulan Maret 2017 yang terjadi pada saluran tranmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur – GI Masaran. Dimana terlihat rugi – rugi daya pada bulan Maret 2017 tertinggi terjadi pada

tanggal 18 mencapai 15.958 kW, sedangkan terendah terjadi pada tanggal 25 hanya mencapai 7.462 kW. Total rugi – rugi daya dalam bulan Maret 2017 mencapai 384.025 kW. Dari tabel di atas menunjukkan bahwa daya yang tidak terjual cukup besar. Dalam hal ini PLN mengalami kerugian akibat membangkitkan daya yang cukup besar tetapi tidak mendapatkan keuntungan finansial dari hasil penjualan tersebut.

Tabel 3. Tarif dasar listrik PLN bulan Maret 2017

NO	DAYA LISTRIK	TARIF DASAR LISTRIK
1	450 VA (Subsidi)	Rp. 415/kWh
2	900 VA (Subsidi)	Rp. 605/kWh
3	900 VA (Non subsidi)	Rp. 1.034/kWh
4	1300 VA (Non subsidi)	Rp. 1467/kWh
5	2200 VA (Non subsidi)	Rp. 1467/kWh
6	3500 S.d 5500 VA (Non subsidi)	Rp. 1467/kWh
7	6600 VA S.d 220 kVA	Rp. 1467/kWh
RATA - RATA		Rp. 1.132/kWh

Gambar 4. Tabel tarif dasar listrik PLN bulan Maret 2017

Tabel 3. Menunjukkan harga dasar tarif listrik PLN pada bulan Maret 2017. Dengan adanya tabel diatas penulis dapat menghitung kerugian yang ditanggung PLN akibat rugi – rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur – GI Masaran.

3.6 Perhitungan kerugian biaya akibat adanya rugi – rugi daya yang ditanggung PLN pada bulan Maret 2017

Tanggal 1. Biaya Listrik = $8.581 \times 1.132 = \text{Rp.}9.713.692$

Tanggal 2. Biaya Listrik = $8.446 \times 1.132 = \text{Rp.}9.560.872$

Tanggal 3. Biaya Listrik = $9.004 \times 1.132 = \text{Rp.}10.192.528$

Tabel 4. Hasil perhitungan kerugian biaya pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur– GI Masaran Bulan Maret 2017.

Tanggal	Rata – rata perhari (kWh)	Besar kerugian biaya (Rp.)
1	8.581	9.713.692
2	8.446	9.560.872
3	9.004	10.192.528
4	9.011	10.200.452
5	8.639	9.779.348
6	8.992	10.178.944
7	8.172	9.250.704
8	9.019	10.209.508
9	9.371	10.607.972
10	9.592	10.858.144
11	9.833	11.130.956
12	12.256	13.873.792
13	15.392	17.423.744
14	15.050	17.036.600
15	15.739	17.816.548
16	15.239	17.250.548
17	15.779	17.861.828
18	15.958	18.064.456
19	14.704	16.644.928
20	15.242	17.253.944
21	13.614	15.411.048
22	11.874	13.441.368
23	15.074	17.063.768
24	12.289	13.911.148
25	7.462	8.446.984
26	14.035	15.887.620
27	15.842	17.933.144
28	14.759	16.707.188
29	14.661	16.596.252
30	14.893	16.858.876
31	15.503	17.549.396
TOTAL	384.025	434.716.300

Gambar 5. Tabel hasil perhitungan kerugian biayapada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur– GI Masaran Bulan Maret 2017.

Tabel 4. Memperllihatkan kerugian biaya akibat rugi – rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi udarat tegangan tinggi GI Palur – GI masaran. Kerugian biaya terbesar terjadi pada tanggal 18 yaitu mencapai Rp.18.064.456, sedangkan kerugian terkecil terjadi pada tanggal 25 dengan nilai kerugian Rp.8.446.984. Total kerugian biaya pada bulan Maret 2017 mencapai Rp.434.716.300.

4. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan (*drop voltage*) adalah selisih antara tegangan kirim dengan tegangan terima. Nilai toleransi menurut standar PLN (SPLN), perancangan saluran transmisi dibuat agar jatuh tegangan di ujung diterima 10%.

4.1 Perhitungan jatuh tegangan pada saluran transmisi 150 kV GI Palur – GI Masaran, pada bulan Maret 2017.

Pukul 10.00

$$\text{Tanggal 1: } \Delta V = 145 - 143 = 2 \text{ kV}$$

$$\begin{aligned} \Delta V\% &= \frac{145 - 143}{143} 100\% \\ &= 1,39\% \end{aligned}$$

$$\text{Tanggal 2: } \Delta V = 144 - 143 = 1 \text{ kV}$$

$$\begin{aligned} \Delta V\% &= \frac{144 - 143}{143} 100\% \\ &= 0,69\% \end{aligned}$$

$$\text{Tanggal 3: } \Delta V = 145 - 142 = 3 \text{ kV}$$

$$\begin{aligned} \Delta V\% &= \frac{145 - 142}{142} 100\% \\ &= 2,11\% \end{aligned}$$

Pukul 19.00

$$\text{Tanggal 1: } \Delta V = 149 - 146 = 3 \text{ kV}$$

$$\begin{aligned} \Delta V\% &= \frac{149 - 146}{146} 100\% \\ &= 2,05\% \end{aligned}$$

$$\text{Tanggal 2: } \Delta V = 144 - 143 = 1 \text{ kV}$$

$$\begin{aligned} \Delta V\% &= \frac{144 - 143}{143} 100\% \\ &= 0,69\% \end{aligned}$$

$$\text{Tanggal 3: } \Delta V = 144 - 143 = 1 \text{ kV}$$

$$\Delta V \% = \frac{144 - 143}{143} 100 \%$$

$$= 0,69 \%$$

Tabel 5. Hasil perhitungan besar jatuh tegangan pada pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur– GI Masaran Bulan Maret 2017.

Tanggal	Pukul 10.00		Pukul 19.00	
	Jatuh Tegangan (kV)	Persentase Jatuh Tegangan (%)	Jatuh Tegangan (kV)	Persentase Jatuh Tegangan (%)
1	2	1,39	3	2,05
2	1	0,69	1	0,69
3	3	2,11	1	0,69
4	2	1,39	1	0,68
5	3	2,09	2	1,38
6	4	2,88	1	0,68
7	1	0,69	1	0,68
8	0	0	5	3,52
9	4	2,88	5	3,55
10	3	2,12	0	0
11	2	1,39	8	5,67
12	2	1,41	2	1,43
13	3	2,16	2	1,39
14	2	1,42	4	2,78
15	2	1,43	2	1,39
16	4	2,82	1	0,69
17	3	2,12	1	0,69
18	2	1,39	0	0
19	2	1,41	3	2,17
20	4	2,79	4	2,86
21	2	1,41	1	0,69
22	1	0,7	0	0
23	4	2,82	4	2,79
24	6	4,28	1	0,68
25	2	1,39	0	0
26	3	2,11	1	0,69
27	3	2,13	3	2,07
28	2	1,39	1	0,68
29	4	2,79	3	2,05
30	1	0,69	2	1,36
31	2	1,43	1	0,68

Gambar 6. Tabel Hasil perhitungan besar jatuh tegangan pada pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV GI Palur– GI Masaran Bulan Maret 2017.

Tabel 5. Menunjukkan hasil perhitungan jatuh tegangan pada GI Palur – GI Masaran pada bulan Maret 2017 dimana nilai persentase masih dalam toleransi atau kurang dari 10 %.

4. PENUTUPAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan rugi – rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran transmisi tegangan tinggi GI Palur – GI Masaran yang terjadi di bulan Maret 2017, dapat disimpulkan bahwa besar rugi – rugi daya pada bulan maret mencapai nilai yang cukup besar yaitu 384.025 kW. Akibat daya yang hilang saat terjadi rugi – rugi daya, pihak penyedia daya listrik (PLN) mengalami kerugian yang cukup besar, kerugian pada bulan Maret 2017 mencapai Rp.434.716.300. Jatuh tegangan pada GI Palur – GI Masaran pada bulan Maret 2017 masih dalam toleransi sesuai dengan standar tegangan yang di tentukan oleh PLN (SPLN) yaitu kurang dari 10%.

PERSANTUNAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Shalawat serta salam kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan para sahabatnya yang telah membawa kita kejalan yang benar yakni agama Islam.

Laporan tugas akhir ini dapat terselasai karena banyak pihak yang berkontribusi memberikan bantuan. Dukungan doa, motivasi dan semangat di berikan oleh orang – orang terdekat. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu dan Ayah tercinta yang telah membesarkan, mendidik, memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta doa yang tiada henti – hentinya.
2. Kakak yang selalu memberikan semangat dan motivasi penuh serta doanya.
3. PT PLN (Persero) Area Pelaksana Pemeliharaan Salatiga, PT PLN (Persero) Basecamp Surakarta, Gardu Induk 150 kV Palur

dan Gardu Induk 150 kV Masaran yang telah menerima dan membantu atas data – data yang telah diberikan.

4. Bapak Umar, S.T. M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu dan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Teman – teman angkatan 2013 Teknik Elektro yang telah membantu dan terus memberikan motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A.N. (2010). *Operasional Sistem Tenaga Listrik Berbasis EDSA*. Yogyakarta: Penerbit Graha Media.
- PLN. (1995). *SPLN: 1995, Tegangan – tegangan Standar*.
- Sujatmiko, Hermawan. (2009). *Analisis Kerugian Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV di P.T. PLN (Persero) Penyaluran & Pusat Pengaturan Beban (P3B) Jawa Bali Regional Jawa Tengah & DIY Unit Pelayanan Transmisi Semarang*. Jurnal Teknik Elektro. Universitas Negeri Semarang.
<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/download/1603/1819>
- Kartika, Dian. (2017). *Tarif Dasar Listrik 1.300 VA Per Maret 2017 Kini Rp 1.467,28/kWh*.<http://kursrupiah.net/author/diank/page/23/>
- Kosasih, GB. (2017). *Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV Pada Gardu Induk jajar – Gondangrejo*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Dunia Listrik. (2009). *Tegangan Transmisi dan Rugi-Rugi Daya*.
<http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2009/03/tegangan-transmisi-dan-rugi-rugi-daya.html>
- Santos, Antonio, Romero Campinez, Alfredo lorenzo, Perez Clara. 2014. *Simplified Analysis of The Electric Power Losses for On Shore Wind Farms Considering Weibull Distribution Parameters*.
[.http://www.mdpi.com/1996-1073/7/11/6856/pdf](http://www.mdpi.com/1996-1073/7/11/6856/pdf)